

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-266243

(P 2 0 0 3 - 2 6 6 2 4 3 A)

(43) 公開日 平成15年9月24日 (2003.9.24)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	ターコード (参考)
B23F 21/16		B23F 21/16	3C025
B23P 15/28		B23P 15/28	A 4K029
C23C 14/06		C23C 14/06	L

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全8頁)

(21) 出願番号 特願2002-69771 (P 2002-69771)

(22) 出願日 平成14年3月14日 (2002.3.14)

(71) 出願人 000006264

三菱マテリアル株式会社

東京都千代田区大手町1丁目5番1号

(71) 出願人 596091392

三菱マテリアル神戸ツールズ株式会社

兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179-1

(72) 発明者 青木 幸生

茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地

三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

(74) 代理人 100076679

弁理士 富田 和夫 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高速歯切加工ですぐれた耐チップング性を発揮する硬質被覆層を超合金製むく歯切工具の表面に形成する方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高速歯切加工ですぐれた耐チップング性を発揮する硬質被覆層を超合金製むく歯切工具の表面に形成する方法を提供する。

【解決手段】 アークイオンプレーティング装置内を自公転する回転テーブル上に、工具を装着し、前記装置内を窒素ガス雰囲気として、前記回転テーブルを挟んで対向配置し Al-Ti 合金のカソード電極および Ti-Al 合金のカソード電極と、これらカソード電極のそれぞれに並設されたアノード電極との間にアーク放電を発生させ、もって、前記工具の表面に、厚さ方向にそって、Al 最高含有点と Al 最低含有点とが所定間隔を置いて交互に繰り返して存在する硬質被覆層を 1~15 μm の全体平均層厚で物理蒸着することからなる。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 アークイオンプレーティング装置内の回転テーブル上に、前記回転テーブルの中心軸から半径方向に離れた位置に炭化タングステン基超硬合金からなるむく歯切工具を自転自在に装着し、
上記アークイオンプレーティング装置内の反応雰囲気（窒素ガス雰囲気）として、上記回転テーブルを挟んで対向配置したAl最高含有点（Ti最低含有点）形成用Al-Ti合金のカソード電極およびAl最低含有点（Ti最高含有点）形成用Ti-Al合金のカソード電極と、これらカソード電極のそれぞれに並設されたアノード電極との間にアーク放電を発生させ、
もって、上記回転テーブル上で自転しながら回転する上記むく歯切工具の表面に、
厚さ方向にそって、Al最高含有点（Ti最低含有点）とAl最低含有点（Ti最高含有点）とが所定間隔を置いて交互に繰り返して存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl（Ti）含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、
さらに、上記Al最高含有点が、組成式： $(Al_x Ti_{1-x})N$ （ただし、原子比で、 x は0.40～0.65を示す）、
上記Al最低含有点が、組成式： $(Al_y Ti_{1-y})N$ （ただし、原子比で、 y は0.20～0.35を示す）、をそれぞれ満足し、かつ隣り合う上記Al最高含有点とAl最低含有点の間隔が、0.01～0.1 μm である、AlとTiの複合窒化物からなる硬質被覆層を1～15 μm の全体平均層厚で物理蒸着すること、を特徴とする高速歯切加工ですぐれた耐チッピング性を発揮する硬質被覆層を超硬合金製むく歯切工具の表面に形成する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、すぐれた高強度と高靱性を有し、かつ高温硬さと耐熱性にもすぐれ、したがって特に各種の鋼製歯車などの歯切加工を、高い機械的熱的衝撃を伴う高速条件で行なった場合に、すぐれた耐チッピング性を発揮する硬質被覆層を炭化タングステン基超硬合金製むく歯切工具（以下、超硬歯切工具という）の表面に形成する方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、一般に自動車や航空機、さらに各種駆動装置などの構造部材として各種歯車が用いられているが、これら歯車の歯形の歯切加工に、図3に概略斜視図で例示される形状の超硬歯切工具（ソリッドホブ）が用いられている。

【0003】さらに、例えば図2に概略説明図で示される物理蒸着装置の1種であるアークイオンプレーティング装置内に超硬歯切工具を装入し、ヒータで装置内を、

例えば500℃の温度に加熱した状態で、アノード電極と所定組成を有するAl-Ti合金がセットされたカソード電極（蒸発源）との間に、例えば電流：90Aの条件でアーク放電を発生させ、同時に装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して、例えば2Paの反応雰囲気とし、一方上記超硬歯切工具には、例えば-100Vのバイアス電圧を印加した条件で、前記超硬歯切工具の表面に、組成式： $(Al_z Ti_{1-z})N$ （ただし、原子比で、 z は0.40～0.65を示す）を満足するAlとTiの複合窒化物〔以下、 $(Al, Ti)N$ で示す〕層からなる硬質被覆層を1～15 μm の平均層厚で形成する方法が知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】近年の歯切加工装置の高性能化はめざましく、一方で歯切加工に対する省力化および省エネ化、さらに低コスト化の要求は強く、これに伴い、歯切加工は高速化の傾向にあるが、上記の従来超硬歯切工具においては、これを通常の歯切加工条件で用いた場合には問題はないが、歯切加工を高い機械的熱的衝撃を伴う高速条件で行なった場合には、特に硬質被覆層の強度および靱性不足が原因で、特に歯面を構成する逃げ面とすくい面の交わる切刃稜線部などにチッピング（微小割れ）が発生し易くなり、比較的短時間で使用寿命に至るのが現状である。

【0005】

【課題を解決するための手段】そこで、本発明者等は、上述のような観点から、特に上記の従来超硬歯切工具の硬質被覆層である $(Al, Ti)N$ 層に着目し、高速歯切加工ですぐれた耐チッピング性を発揮する $(Al, Ti)N$ 層を開発すべく、研究を行った結果、(a)上記の図2に示されるアークイオンプレーティング装置を用いて形成された従来硬質被覆層である $(Al, Ti)N$ 層は、層厚全体に亘って実質的に均一な組成を有し、したがって均質な高温硬さと耐熱性を有するが、例えば図1(a)に概略平面図で、同(b)に概略正面図で示される構造のアークイオンプレーティング装置、すなわち装置中央部に超硬歯切工具装着用回転テーブルを設け、前記回転テーブルを挟んで、一方側に相対的にAl含有量の高い（Ti含有量の低い）Al-Ti合金、他方側に相対的にTi含有量の高い（Al含有量の低い）Ti-Al合金をカソード電極（蒸発源）として対向配置したアークイオンプレーティング装置を用い、この装置の前記回転テーブル上に、前記回転テーブルの中心軸から半径方向に離れた位置に前記超硬歯切工具を装着し、この状態で装置内雰囲気を窒素雰囲気として前記回転テーブルを回転させると共に、蒸着形成される硬質被覆層の層厚均一化を図る目的で超硬歯切工具自体も自転させながら、前記の両側のカソード電極（蒸発源）とアノード電極との間にアーク放電を発生させる条件で $(Al, Ti)N$ 層を形成すると、前記超硬歯切工具の表面には、

回転テーブル上の中心軸から半径方向に離れた位置に配置された前記超硬歯切工具が上記の一方側の相対的に A l 含有量の高い (T i 含有量の低い) A l-T i 合金のカソード電極 (蒸発源) に最も接近した時点で層中に A l 最高含有点が形成され、また前記超硬歯切工具が上記の他方側の相対的に T i 含有量の高い (A l 含有量の低い) T i-A l 合金のカソード電極に最も接近した時点で層中に A l 最低含有点が形成されることから、上記回転テーブルの回転によって層中には層さ方向にそって前記 A l 最高含有点と A l 最低含有点が所定間隔をもって交互に繰り返して現れると共に、前記 A l 最高含有点から前記 A l 最低含有点、前記 A l 最低含有点から前記 A l 最高含有点へ A l (T i) 含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造をもった (A l, T i) N 層が形成されるようになること。

【0006】(b) 上記 (a) の繰り返し連続変化成分濃度分布構造の (A l, T i) N 層において、例えば対向配置のカソード電極 (蒸発源) のそれぞれの組成を調整すると共に、超硬歯切工具が装着されている回転テーブルの回転速度を制御して、上記 A l 最高含有点が、組成式: $(A l_x T i_{1-x}) N$ (ただし、原子比で、X は 0.40~0.65 を示す)、上記 A l 最低含有点が、組成式: $(A l_y T i_{1-y}) N$ (ただし、原子比で、Y は 0.20~0.35 を示す)、をそれぞれ満足し、かつ隣り合う上記 A l 最高含有点と A l 最低含有点の厚さ方向の間隔が 0.01~0.1 μm 、となるようにすると、上記 A l 最高含有点部分では、上記の従来 (A l, T i) N 層と同じ組成をもつため、これのもつ高温硬さと耐熱性に相当するすぐれた高温硬さと耐熱性 (高温特性) を示し、一方上記 A l 最低含有点部分では、前記 A l 最高含有点部分に比して A l 含有量が低く、T i 含有量の高いものとなるので、高強度と高韌性が確保され、かつこれら A l 成分最高含有点と A l 成分不含有点の間隔をきわめて小さくしたことから、層全体の特性としてすぐれた高温特性を保持した状態で、一段とすぐれた強度と韌性を具備するようになり、したがって、かかる構成の (T i, A l) N 層を硬質被覆層として形成してなる超硬歯切工具は、特に各種の鋼製歯車などの歯切加工を、高い機械的熱的衝撃を伴う高速条件で行なった場合にも、硬質被覆層がすぐれた耐チッピング性を発揮するようになること。以上 (a) および (b) に示される研究結果を得たのである。

【0007】この発明は、上記の研究結果に基づいてなされたものであって、アークイオンプレーティング装置内の回転テーブル上に、前記回転テーブルの中心軸から半径方向に離れた位置に超硬歯切工具を自転自在に装着し、上記アークイオンプレーティング装置内の反応雰囲気窒素ガス雰囲気として、上記回転テーブルを挟んで対向配置した A l 最高含有点 (T i 最低含有点) 形成用 A l-T i 合金のカソード電極および A l 最低含有点

(T i 最高含有点) 形成用 T i-A l 合金のカソード電極と、これらカソード電極のそれぞれに並設されたアノード電極との間にアーク放電を発生させ、もって、上記回転テーブル上で自転しながら回転する上記超硬歯切工具の表面に、厚さ方向にそって、A l 最高含有点 (T i 最低含有点) と A l 最低含有点 (T i 最高含有点) とが所定間隔をおいて交互に繰り返して存在し、かつ前記 A l 最高含有点から前記 A l 最低含有点、前記 A l 最低含有点から前記 A l 最高含有点へ A l (T i) 含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、さらに、上記 A l 最高含有点が、組成式: $(A l_x T i_{1-x}) N$ (ただし、原子比で、X は 0.40~0.65 を示す)、上記 A l 最低含有点が、組成式: $(A l_y T i_{1-y}) N$ (ただし、原子比で、Y は 0.20~0.35 を示す)、をそれぞれ満足し、かつ隣り合う上記 A l 最高含有点と A l 最低含有点の間隔が、0.01~0.1 μm である、

(A l, T i) N 層からなる硬質被覆層を 1~15 μm の全体平均層厚で物理蒸着することからなる、高速歯切加工で硬質被覆層がすぐれた耐チッピング性を発揮する硬質被覆層を超硬歯切工具の表面に形成する方法に特徴を有するものである。

【0008】つぎに、この発明の硬質被覆層形成方法において、形成される硬質被覆層の構成を上記の通りに限定した理由を説明する。

(a) A l 最高含有点の組成

(A l, T i) N 層における A l は、高強度および高韌性を有する T i N 層の高温硬さおよび耐熱性 (高温特性) を向上させる目的で含有するものであり、したがって A l 成分の含有割合が高くなればなるほど高温特性は向上したものになるが、その割合 (X 値) が T i との含量に占める割合 (原子比) で 0.40 未満では所望のすぐれた高温特性を確保することができず、一方その割合が同じく 0.65 を越えて高くなると、高強度および高韌性を有する A l 最低含有点が隣接して存在しても層自体の強度および韌性の低下は避けられず、この結果チッピングなどが発生し易くなることから、その割合を 0.40~0.65 と定めた。

【0009】(b) A l 最低含有点の組成

上記の通り A l 最高含有点は高温特性のすぐれたものであるが、反面強度および韌性の劣るものであるため、この A l 最高含有点の強度および韌性不足を補う目的で、T i 含有割合が高く、これによって高強度および高韌性を有するようになる A l 最低含有点を厚さ方向に交互に介在させるものであり、したがって A l の割合 (Y) が T i との含量に占める割合 (原子比) で 0.35 を越えると、所望のすぐれた強度および韌性を確保することができず、一方その割合が同じく 0.20 未満になると、相対的に T i の割合が多くなり過ぎて、A l 最低含有点に所望の高温特性を具備せしめることができなくなることから、その割合を 0.20~0.35 と定めた。

【0010】(c) A1最高含有点とA1最低含有点間の間隔

その間隔が0.01 μ m未満ではそれぞれの点を上記の組成で明確に形成することが困難であり、この結果層に所望の高温特性と、強度および靱性を確保することができなくなり、またその間隔が0.1 μ mを越えるとそれぞれの点がもつ欠点、すなわちA1最高含有点であれば強度および靱性不足、A1最低含有点であれば高温特性不足が層内に局部的に現れ、これが原因で切刃にチッピングが発生し易くなったり、摩耗進行が促進されるようになることから、その間隔を0.01~0.1 μ mと定めた。

【0011】(d) 硬質被覆層の全体平均層厚

その層厚が1 μ m未満では、所望の耐チッピング性を確保することができず、一方その平均層厚が15 μ mを越えると、切刃稜線部にチッピングが発生し易くなることから、その平均層厚を1~15 μ mと定めた。

【0012】

【発明の実施の形態】つぎに、この発明の硬質被覆層形成方法を実施例により具体的に説明する。まず、原料粉末として、いずれも1~3 μ mの平均粒径を有するWC粉末、TiC粉末、ZrC粉末、VC粉末、TaC粉末、NbC粉末、Cr₃C₂粉末、TiN粉末、(W, Ti)C [質量割合で、WC/TiC=50/50] 粉末、およびCo粉末を用意し、これら原料粉末を、表1に示される配合組成に配合し、ボールミルで24時間湿式混合し、乾燥した後、100MPaの圧力で圧粉体にプレス成形し、この圧粉体を2KPaの窒素雰囲気中、温度：1400℃に1時間保持の条件で焼結して、直径：85mm×長さ：125mmの超硬合金製丸棒素材を形成し、この素材から機械加工にて、外径：80mm×長さ：120mmの全体寸法をもち、4条右ねれ×20溝の形状をもった図3に示されるソリッドホブ型の超硬歯切工具A~Jをそれぞれ製造した。

【0013】ついで、上記の超硬歯切工具A~Jのそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図1に示されるアーキオンブレイティング装置内の回転テーブル上に、前記回転テーブルの中心軸から半径方向に離れた位置に自転自在に装着し、一方側のカソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもったA1最低含有点形成用Ti-A1合金、他方側のカソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもったA1最高含有点形成用A1-Ti合金を前記回転テーブルを挟んで対向配置し、またポンパート洗浄用金属Tiも装着し、まず装置内を排気して0.5Pa以下の真空中に保持しながら、ヒーターで装置内を500℃に加熱した後、前記回転テーブル上で自転しながら回転する超硬歯切工具に-1000Vの直流バイアス電圧を印加して、カソード電極の前記金属Tiとアノード電極との間に100Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって超硬歯切工

具の表面をTiポンパート洗浄し、ついで装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して10Paの反応雰囲気とすると共に、前記回転テーブル上で自転しながら回転する超硬歯切工具に-100Vの直流バイアス電圧を印加して、それぞれのカソード電極（前記A1最低含有点形成用Ti-A1合金およびA1最高含有点形成用A1-Ti合金）とアノード電極との間に100Aの電流を流してアーク放電を発生させる条件で本発明法1~10を実施し、もって前記超硬歯切工具の表面に、層さ方向に沿って表2に示される目標組成のA1最低含有点とA1最高含有点とが交互に同じく表2に示される目標間隔で繰り返し存在し、かつ前記A1最高含有点から前記A1最低含有点、前記A1最低含有点から前記A1最高含有点へA1(Ti)含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有し、かつ同じく表2に示される目標全体層厚の硬質被覆層を蒸着形成した。

【0014】また、比較の目的で、上記の超硬歯切基体A~Jのそれぞれを、アセトン中で超音波洗浄し、乾燥した状態で、図2に示される通常のアーキオンブレイティング装置に装入し、カソード電極（蒸発源）として、種々の成分組成をもったA1-Ti合金を装着し、またポンパート洗浄用金属Tiも装着し、装置内を排気して0.5Pa以下の真空中に保持しながら、ヒーターで装置内を500℃に加熱した後、前記超硬歯切工具に-1000Vの直流バイアス電圧を印加し、カソード電極の前記金属Tiとアノード電極との間に100Aの電流を流してアーク放電を発生させ、もって超硬歯切工具の表面をTiポンパート洗浄し、ついで装置内に反応ガスとして窒素ガスを導入して10Paの反応雰囲気とすると共に、前記超硬歯切工具に印加するバイアス電圧を-100Vに下げて、前記カソード電極とアノード電極との間に100Aの電流を流してアーク放電を発生させる条件で従来法1~10を実施し、もって、前記超硬歯切工具A~Jのそれぞれの表面に、表3に示される目標組成および目標層厚を有し、かつ層さ方向に沿って実質的に組成変化のない(Ti, A1)N層からなる硬質被覆層を蒸着形成した。

【0015】つぎに、上記の本発明法1~10および従来法1~10により得られた超硬歯切工具を用いて、材質がJIS-SCr420Hの低合金鋼にして、モジュール：1.75、圧力角：17.5度、歯数：33、ねじれ角：36度左ねれ、歯丈：5.86mm、歯幅：15.5mmの寸法および形状をもった歯車の加工を、切削速度（回転速度）：400m/min、送り：2.5mm/rev、加工形態：クライム、シフトなし、ドライ（エアブロー）、歯車加工数：1000個、の高速歯切加工条件で歯切加工を行い、逃げ面摩耗幅を測定した。この測定結果を表2、3それぞれに示した。

【0016】

【表1】

種 別	配 合 組 成 (質量%)									
	Co	TiC	ZrC	VC	TaC	NbC	Cr ₃ C ₂	TiN	(W, Ti)C	WC
超硬歯切工具	A	10.5	8	—	—	8	1.5	—	—	残
	B	7	—	—	—	—	—	—	—	残
	C	12	10	—	—	—	7	—	1.5	残
	D	11.5	10.5	—	—	10.5	0.5	—	1	残
	E	8.5	—	0.5	0.3	—	—	0.5	—	残
	F	9	—	—	—	2.5	1	—	—	残
	G	9	—	—	—	8	3	—	—	17
	H	11	—	—	—	4.5	—	—	1.5	16
	I	12	—	—	—	—	6.5	—	0.8	22
	J	11.5	—	—	—	8.5	1.8	—	0.3	21

【0017】

【表2】

種別		超硬歯 切工具 記号	硬質被覆層								超硬歯 切工具 の 逃げ面 摩耗幅 (mm)
			Al最高含有点			Al最低含有点			両点間 の目標 間隔 (μm)	目標 全体 層厚 (μm)	
			目標組成(原子比)			目標組成(原子比)					
			Al	Ti	N	Al	Ti	N			
本 発 明 法	1	A	0.40	0.60	1.00	0.20	0.80	1.00	0.03	3	0.04
	2	B	0.45	0.55	1.00	0.30	0.70	1.00	0.05	5	0.03
	3	C	0.45	0.65	1.00	0.25	0.75	1.00	0.01	1	0.06
	4	D	0.50	0.50	1.00	0.25	0.75	1.00	0.07	5	0.05
	5	E	0.50	0.50	1.00	0.35	0.65	1.00	0.10	7	0.05
	6	F	0.55	0.45	1.00	0.35	0.65	1.00	0.05	4	0.04
	7	G	0.55	0.45	1.00	0.30	0.70	1.00	0.02	6	0.06
	8	H	0.60	0.40	1.00	0.30	0.70	1.00	0.08	4	0.05
	9	I	0.60	0.40	1.00	0.20	0.80	1.00	0.10	7	0.03
	10	J	0.65	0.35	1.00	0.20	0.80	1.00	0.04	15	0.02

【0018】

【表3】

種別		超硬歯 切工具 記号	硬質被覆層				超硬歯切工具 の試験結果
			目標組成(原子比)			目標 層厚 (μm)	
			Al	Ti	N		
従 来 法	1	A	0.40	0.60	1.00	3	310個で使用寿命
	2	B	0.45	0.55	1.00	5	320個で使用寿命
	3	C	0.45	0.55	1.00	1	210個で使用寿命
	4	D	0.50	0.50	1.00	5	380個で使用寿命
	5	E	0.50	0.50	1.00	7	240個で使用寿命
	6	F	0.55	0.45	1.00	4	370個で使用寿命
	7	G	0.55	0.45	1.00	6	360個で使用寿命
	8	H	0.60	0.40	1.00	4	350個で使用寿命
	9	I	0.60	0.40	1.00	7	280個で使用寿命
	10	J	0.65	0.35	1.00	15	380個で使用寿命

(表中、使用寿命は切刃稜線部に発生したチッピングが原因)

【0019】この結果得られた本発明法1～10により得られた超硬歯切工具の硬質被覆層におけるAl成分最高含有点とAl成分最低含有点の組成、並びに従来法1～10により得られた超硬歯切工具の硬質被覆層の組成をオージェ分光分析装置を用いて測定したところ、それぞれ目標組成と実質的に同じ組成を示した。また、これらの本発明法1～10の硬質被覆層におけるAl成分最高含有点とAl成分最低含有点間の間隔、およびこれの全体層厚、並びに従来法1～10の硬質被覆層の厚さを、走査型電子顕微鏡を用いて断面測定したところ、いずれも目標値と実質的に同じ値を示した。

【0020】

【発明の効果】表2、3に示される結果から、本発明法1～10により層さ方向にAl最低含有点とAl最高含有点とが交互に所定間隔をおいて繰り返し存在し、かつ前記Al最高含有点から前記Al最低含有点、前記Al最低含有点から前記Al最高含有点へAl(Ti)含有量が連続的に変化する成分濃度分布構造を有する硬質被覆層を形成してなる超硬歯切工具は、いずれも鋼製歯車の歯切加工を、高い機械的熱的衝撃を伴う高速条件で行なった場合にも、硬質被覆層がすぐれた耐チッピング性を発揮するのに対して、従来法1～10により層さ方向

20 に沿って実質的に組成変化のない(Ti, Al)N層からなる硬質被覆層を形成してなる超硬歯切工具においては、いずれも前記硬質被覆層がすぐれた高温硬さと耐熱性を有するものの、強度および靱性に劣るものであるために、特に高速歯切加工では切刃稜線部にチッピングが発生し、これが原因で切刃の摩耗進行が速く、比較的短時間で使用寿命に至ることが明らかである。上述のように、この発明の硬質被覆形成方法によれば、通常の条件での歯切加工は勿論のこと、特に各種の鋼歯車などの歯切加工を、高い機械的熱的衝撃を伴う高速条件で行なった場合にも、すぐれた耐チッピング性を発揮する硬質被覆層を形成することができ、歯切加工の省力化および省エネ化、さらに低コスト化に十分満足に対応できるものである。

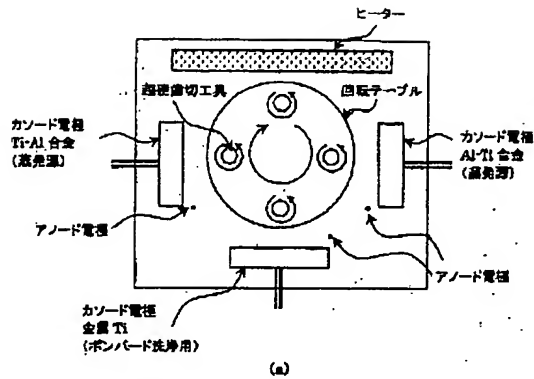
【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の硬質被覆層を形成するのに用いたアーキオンプレーティング装置を示し、(a)は概略平面図、(b)は概略正面図である。

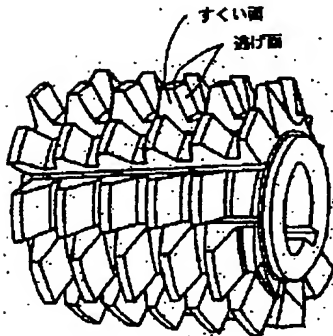
【図2】従来の硬質被覆層を形成するのに用いた通常のアーキオンプレーティング装置の概略説明図である。

40 【図3】超硬歯切工具の概略斜視図である。

【図 1】



【图 3】



(72)発明者 谷内 俊之
茨城県結城郡石下町大字古間木1511番地
三菱マテリアル株式会社筑波製作所内

(72)発明者 福永 稔
兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池179-1
エムエムシーコベルコツール株式会社内

Fターム(参考) 3C025 FF03
4K029 AA04 BA58 BC00 BD05 CA04
DD06 EA01 JA03